1.1. Techniques de câblage et matériaux

1.1.1. Généralités:

Le câblage consiste à relier les différents appareils électriques composant un montage selon un schéma. Encore une fois seule l'expérience vous permettra de connaître les différents cas de figure du câblage.

1.2. Outils et matériaux couramment utilisés

Cette liste qui n'est pas exhaustive, reprend notamment ce que vous trouverez dans le lycée professionnel et à l'examen.

Outillage

- **la pince coupante** pour couper le fil.
- **La pince à dénuder** pour mettre à nu le cuivre sur une certaine longueur à l'extrémité du fil.
- **La pince à sertir les cosses** indispensable pour de bonnes connexions
- **Les tournevis,** de différentes tailles ils permettront de connecter les fils sur les appareils.

Matériaux

- **Les embouts,** de différentes dimensions ils améliorent la connexion des fils.
- **Les cosses**, de différentes formes et dimensions s'adaptent à de nombreux cas de connectique.
- **Les colliers "Rilsan électronique"** destinés à attacher les fils entre eux.
- **Le fil,** de différentes couleurs et sections il assure la connexion entre les appareils.

D'une manière générale, le câblage débute par la partie "Puissance" en commençant par les plus grosses sections :

Alimentation : jeu de barres et câble souple ou semi-rigide de parfois plusieurs dizaines de mm^2 de section.

Distribution et "départs" : bornier répartiteur et câble souple de plusieurs mm^2 de section. (Minimum : 2,5 mm^2). Il se poursuit par la partie "Commande". Destinée à alimenter la partie télécommande du montage. Les sections de fil couramment employées sont de 0,75 mm^2, de 1 mm^2, de 1,5 mm^2. Les couleurs de fil employées varient suivant la tension qui les traverseront. Les textes de norme prévoient un référentiel de couleurs applicables au différentes tensions. Mais rien n'est imposé sauf pour les conducteurs de terre. Le fil de câblage se présente sous forme de bobine de 100m de long. Le fil devra être déroulé à partir de l'extrémité intérieure de la bobine.

☛ *Les bobines de fil de câblage sont repérées à l'aide d'une référence codée regroupant plusieurs renseignements sur le fil utilisé.*

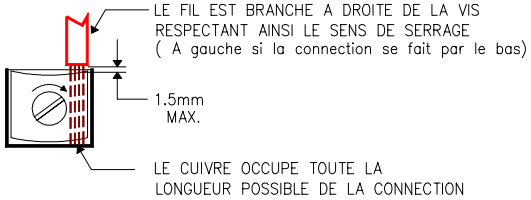
1.2.1. Utilisation du fil de câblage

Il convient avant tout d'éviter le gaspillage. Inutile de couper 2 m de fil là où un seul suffit. Il faut aussi éviter l'excès inverse, un fil trop court sera de toute façon à retirer. Certains laissent 20 ou 30 cm de fil en réserve à l'intérieur de la goulotte, et ce pour chaque fil posé. C'est à déconseiller car inutile. De plus cela augmente parfois notablement la taille des goulottes à utiliser. Il convient de prévoir, en plus du mou naturel du fil sur l'appareil connecté, la possibilité de pouvoir refaire une fois la connexion de chaque coté du fil. Ce qui représente quelques cm supplémentaires.

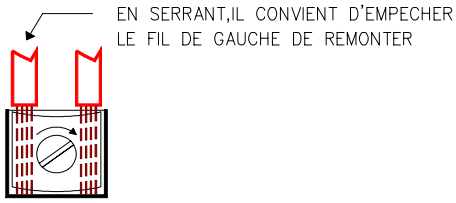
1.3. Connectique

C'est l'action de relier le fil de câblage à l'appareil à connecter. Il y a plusieurs méthodes possibles dont nous parlerons plus loin. Il ne peut y avoir plus de 2 fils par connexion, et bien des erreurs sont à éviter impérativement.

EXEMPLES :


LE FIL EST BRANCHE A DROITE DE LA VIS
RESPECTANT AINSI LE SENS DE SERRAGE
(A gauche si la connection se fait par le bas)
1.5mm
MAX.
LE CUIVRE OCCUPE TOUTE LA
LONGUEUR POSSIBLE DE LA CONNECTION

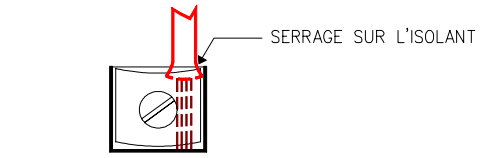
CONNECTION CORRECTE



CONNECTION CORRECTE
AVEC 2 FILS

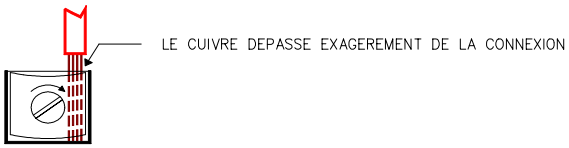
1.3.1. Ce qui est proscrit

Une connexion en partie serrée sur l'isolant : si cela se produit, il faut couper le fil au-dessus de l'isolant aplati et refaire une connexion correcte.



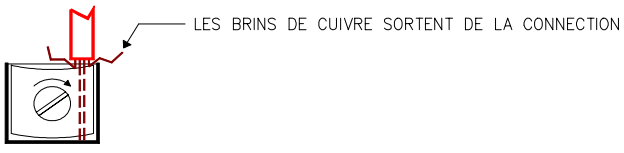
CONNECTION INCORRECTE
DENUDAGE TROP COURT

Le cuivre dépassant de plusieurs mm au-dessus d'une connexion : c'est la marque d'un dénudage trop long, il convient de ramener la longueur de cuivre dépassant à environ 1 mm.



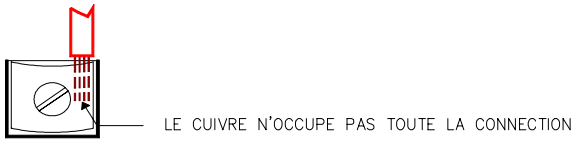
CONNECTION INCORRECTE
DENUDAGE TROP LONG

Les brins de cuivre hirsutes au-dessus de la connexion : Cela peut générer un court-circuit ou autre dysfonctionnement.



CONNECTION INCORRECTE
TRAVAIL BACLE

Le fil ne remplit pas toute la connexion : souvent difficile à déceler ce problème peut générer une faiblesse électrique de la connexion avec échauffement, voire un mauvais serrage.



CONNECTION INCORRECTE
DENUDAGE TROP COURT

Un serrage insuffisant ou avec un outil inadéquat (Tournevis mal calibré) : une connexion doit pouvoir résister à une traction manuelle normale (sans acharnement). Le tournevis à utiliser doit avoir la même largeur de lame que la tête de vis à visser. Sinon outre un serrage insuffisant il s'ensuivra une détérioration de la tête de vis.

Un serrage trop fort : il est inutile de serrer une connexion électrique "à mort". Mal dosé, cela peut aller jusqu'à la rupture de la vis ou carrément de l'appareil à connecter. S'il existe une difficulté de faire tenir le fil dans la connexion, la solution se trouve ailleurs que dans le serrage.

1.3.2. Pose d'embouts

Il est de plus en plus fréquent de recouvrir l'extrémité des fils de câblage avec un embout. Celui-ci est composé d'une partie métallique conductrice cylindrique à laquelle est souvent associée une partie isolante dont la couleur varie avec la section. Mais attention, cette couleur varie en fonction de la marque de l'embout !

Bleu :	**0,75 mm^2**
Rouge :	**1 mm**
Noir :	**1,5 m**
Gris :	**2,5mm**

Les sections usuelles des embouts correspondent aux sections usuelles de fils citées plus haut.

Le sertissage ne se fait que sur la partie métallique de l'embout!

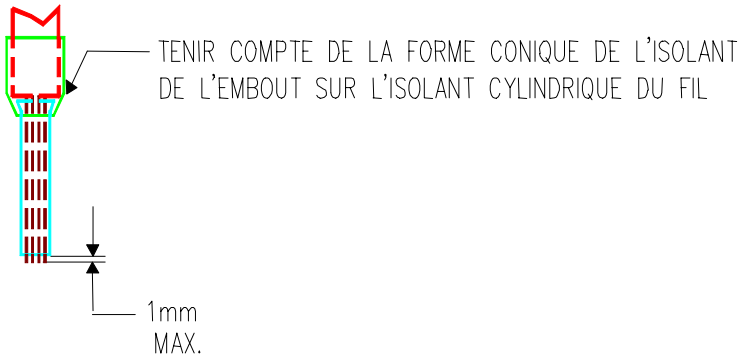
Bien qu'il existe des outils spéciaux pour sertir les embouts peu de monteur en possède. Sauf s'ils ont des clients comme l'EDF qui exigent que tous les embouts soient sertis avec un outil spécifique dont la marque et la référence apparaissent au cahier des charges. Autrement, chaque chef d'équipe ou d'atelier a sa "recette".

La pince plate est à déconseiller, car cela résiste souvent mal à la traction (l'embout reste et le fil vient). On préconise plutôt l'emploi de la pince coupante mais avec un geste très dosé. Pas question d'entamer l'embout. Hors de l'emploi d'un outil adéquat on ne peut plus parler de sertissage.

On ne recherche alors qu'à faire tenir l'embout sur le fil avant de le serrer dans la connexion. Ainsi évitez de parcourir tout l'embout car, tout aplati il risque d'avoir du mal à rentrer dans certaines connexions. Un léger coup de pince à sa base suffit.

Mais bien entendu si vous souhaitez faire les choses correctement, procurez-vous une pince à sertir "spéciale embouts". La pose d'embouts pour aussi simple qu'elle paraisse, nécessite la prise en compte de certains paramètres liés à la technologie d'un embout. Là aussi bon nombre d'erreurs sont possibles.

EXEMPLES :

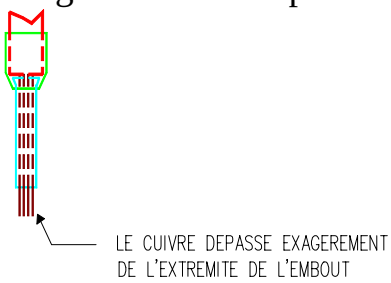


MONTAGE CORRECT

1.3.3. Ce qui est proscrit

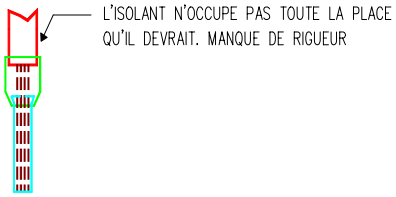
Le cuivre dépasse exagérément de l'embout : il s'agit d'un dénudage trop long. Si votre pince coupante est de bonne qualité, essayez de couper l'excédent. Sinon refaite la connexion avec un embout neuf.

Le cuivre n'apparaît pas à l'extrémité de l'embout : c'est la marque d'un dénudage trop court, il n'a pas été tenu compte de la forme conique de l'isolant de l'embout, qui fait que l'on ne peut pas se fier à la longueur du métal pour dénuder le fil.



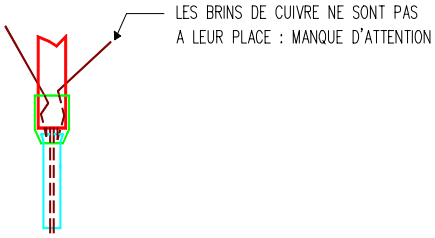
MONTAGE INCORRECT
DENUDAGE TROP LONG

Le cuivre arrive bien à l'extrémité, mais l'isolant n'occupe pas la place prévue: Même si le souci est de gagner du temps, cela ne doit être en aucun cas en remettant en cause les règles de l'art du métier.



MONTAGE INCORRECT
DENUDAGE TROP LONG
ET TRAVAIL BACLE

Des brins de cuivre ne sont pas à leur place : même réflexion que précédemment, la mise en place de l'embout nécessite toute l'attention du monteur.



MONTAGE INCORRECT
EMBOUT MAL MIS

1.3.4. Sertissage de cosses

Les cosses, comme les embouts sont des éléments de connexion. De formes diverses, elles sont mises en œuvre aussi bien pour la télécommande que pour les plus grosses puissances utilisées. Inutile de dire que les moyens diffèrent ; et l'outillage varie entre la pince à sertir à main de quelques francs à la pince à sertir hydraulique de plusieurs dizaines de kF. De plus pour sertir certains types de cosses de puissance, une formation particulière est nécessaire

☛ Petite ou grosse section la qualité du sertissage doit être parfaite. Une cosse mal sertie peut mettre le feu à toute une armoire. Là encore la connaissance de la technologie des cosses utilisées et l'application de règles simples permet de travailler en toute sécurité.

☛ D'abord il ne peut être question que de **Sertissage** et il ne peut être réalisé qu'avec une pince spéciale, prévue à cet effet et à aucun autre. De différentes formes, à main ou assistée ; la **Pince à sertir** est le seul outil possible pour le sertissage. Aucune autre pince de votre caisse à outil ne doit être utilisée pour les cosses.

Comme précisé plus haut, il existe des cosses de formes multiples. Certaines, prévues pour des tâches spéciales ; comme, par exemple, la connectique informatique, ont besoin d'une pince particulière, autre que celle que vous possédez. Les pinces à sertir ne sont pas "Universelles". Veillez à ce que votre pince soit adaptée pour le travail à effectuer. Nous n'utiliserons que des cosses de type courant pour la filerie sur des sections variant de 0,75 mm à 2,5 mm^2.

Des couleurs permettent de reconnaître les cosses :

☛ **Rouge** pour des sections de fil de **0,7 mm^2 à 1,5 mm^2**,

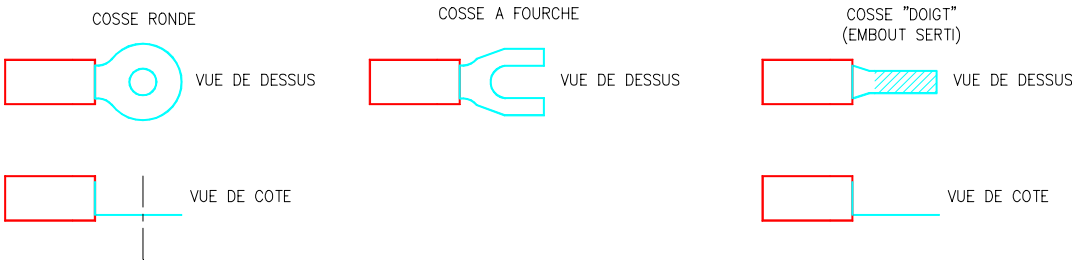
☛ **Bleu** pour des sections de **2,5 mm^2**,

☛ **Jaune** pour des sections de **4 mm^2 et 6 mm^2.**

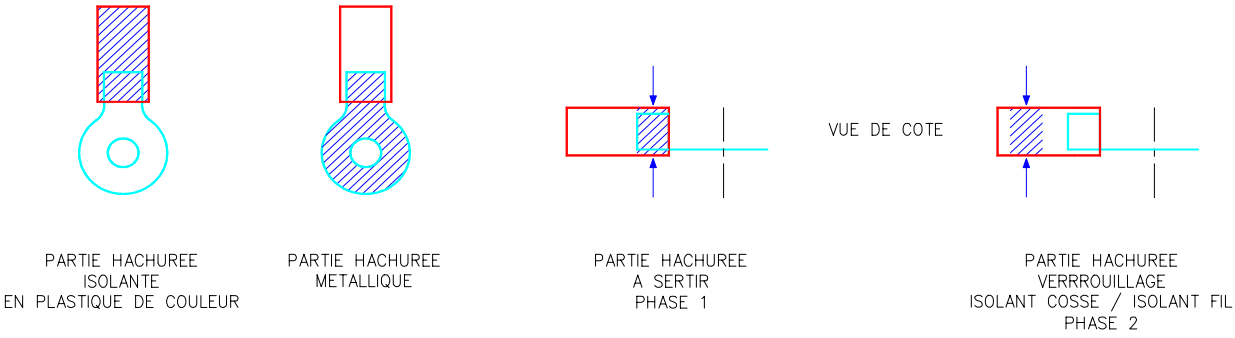
Des points de couleurs correspondants se retrouvent en face des matrices des pinces à sertir. Ils indiquent quelle matrice doit servir pour tel type de couleur de cosse.

De forme ronde, à fourche, ou autre, le choix de la cosse est lié également à la dimension de la connexion qui la recevra ainsi qu'au diamètre de la vis qui la serrera.

Exemples de cosses usuelles :



Technologie des cosses



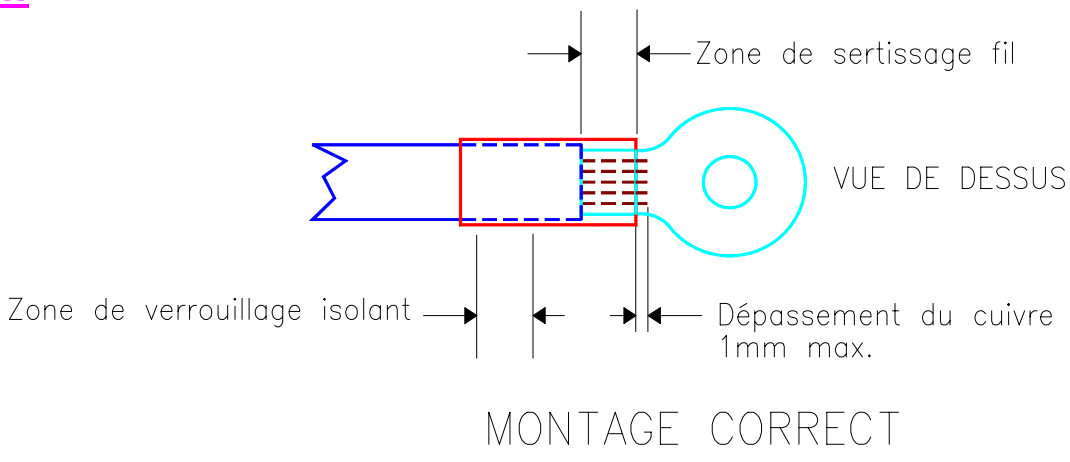
Une cosse est généralement composée d'une partie cylindrique, isolante, en plastique de couleur et d'une autre métallique qui comme nous l'avons déjà vu peut prendre des formes différentes. Outre une partie plate destinée à être connectée, la partie métallique comporte aussi une extrémité cylindrique de 3 à 4 mm de longueur rentrant dans l'isolant et destinée à recevoir le fil dénudé avant d'être sertie.

Le sertissage se déroule en 2 temps la phase 1 consiste à sertir le fil sur la cosse. La phase 2 consiste à verrouiller l'isolant de la cosse sur l'isolant du fil. Afin d'éviter dans le temps un effet de cisaillement du cuivre du fil sur le métal de la cosse.

Certaines pinces dites "automatiques" font les 2 phases en un seul mouvement. Le sertissage se fait " à fond". C'est-à-dire que la pince doit arriver en butée.

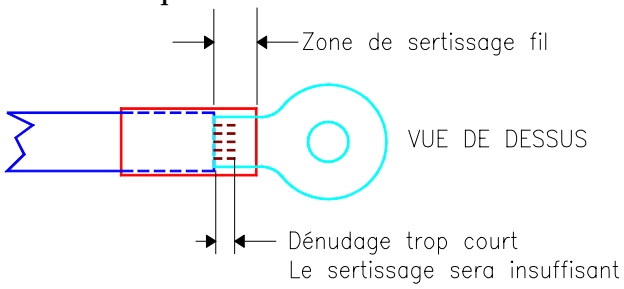
Dans la mesure du possible, évitez de mettre 2 cosses dans la même connexion. Sinon, montez les dos à dos et assurez vous de la qualité du serrage.

Exemples



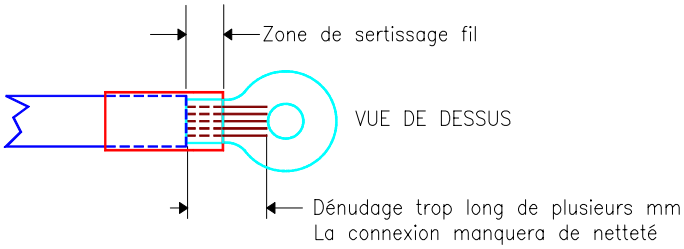
Quelques erreurs à éviter :

☛ **Dénudage trop court :** Déjà qu'il y a peu de plage à sertir, il ne s'agit pas de n'en faire que la moitié!



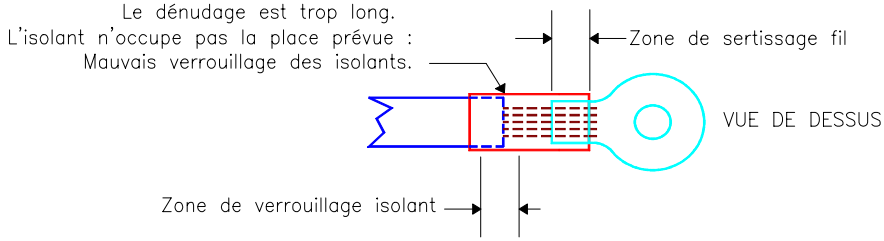
MONTAGE INCORRECT

☛ **Dénudage trop long :** le dépassement maximum est de 1 mm, car la partie qui compte
est celle qui est sertie.



MONTAGE INCORRECT

☛ **L'isolant du fil n'arrive pas en butée sur la partie métallique de la cosse :** et cela doit être fait pour que le sertissage soit correct, et que le verrouillage isolant cosse / isolant fil soit efficace.


Le dénudage est trop long.
L'isolant n'occupe pas la place prévue :
Mauvais verrouillage des isolants.
Zone de sertissage fil
VUE DE DESSUS
Zone de verrouillage isolant

MONTAGE INCORRECT

☛ **Non-alignement des 2 empreintes :** Génère un problème d'esthétique qui fait douter de la qualité du sertissage.

☛ **Mauvaise utilisation de la pince à sertir :** Prenez toujours le temps de vérifier que vous savez vous servir de votre pince à sertir. Lisez le mode d'emploi.

Vérifiez sur une cosse sertie que les empreintes sont bien au bon endroit; que le sertissage et le verrouillage ne sont pas inversés. Vérifiez chaque cosse sertie en tirant dessus modérément pour vous assurer qu'elle tient!

- Vérifiez également la qualité de chacun de vos sertissages en fonction des critères exposés ci-dessus.

☛ **Les pinces à sertir s'usent** : une utilisation intensive de la pince à sertir conduit à la longue à l'usure des matrices. Sur certaines pinces elles sont remplaçables. Si ce n'est pas le cas remplacez la pince et jetez l'ancienne!

Les risques auxquels expose une mauvaise qualité de sertissage n'autorisent pas le moindre écart. Car outre un risque réel d'accident pouvant aller jusqu'à l'incendie, les mauvaises connexions sont la source de tous les "Faux contacts " possibles, des pannes dites intermittentes : "Un coup ça marche, un coup ça ne marche pas , et on n'a pas le temps de voir d'où ça vient..." D'échauffements anormaux, charbonnage de connexions, court circuit, détérioration de matériel électrique.

1.4. Repérage des conducteurs

Dans les câblages électriques, les conducteurs (Fils) sont fréquemment repérés ceci afin de faciliter le dépannage. Plusieurs méthodes existent et le cours de schéma vous permettra de les découvrir. Notre propos s'attachera plutôt à la mise en œuvre de ces repères.
Il y en a de plusieurs marques, télémécanique, etc... Technologiquement ils ont des formes diverses, colorés ou non. En entreprise vous aurez bien l'occasion de voir toutes les formes possibles. Généralement on cherche à utiliser les repères qui sont les plus rapides à poser. Mais parfois les clients exigent une technologie bien précise.

NOIR	**0**	**VERT**	**5**
MARRON	**1**	**BLEU**	**6**
ROUGE	**2**	**VIOLET**	**7**
ORANGE	**3**	**GRIS**	**8**
JAUNE	**4**	**BLANC**	**9**

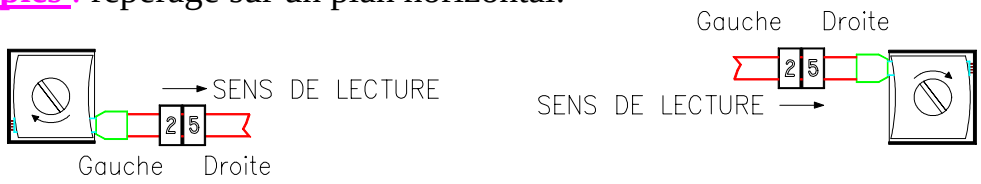
L'intérêt d'un tel repérage est qu'il permet de deviner le numéro d'un fil même si les chiffres sont cachés ou effacés. Il existe aussi des repères avec des lettres ou des symboles (+, -, ~). Leur couleur est alors jaune.

Les repères se placent à chaque extrémité de fil sur les connexions. Leur mise en œuvre répond à quelques règles simples. Quelle que soit la position du fil un repère se lit de **bas en haut ou de gauche à droite.**

Exemples : repérage sur un plan vertical.

REPERAGE CORRECT

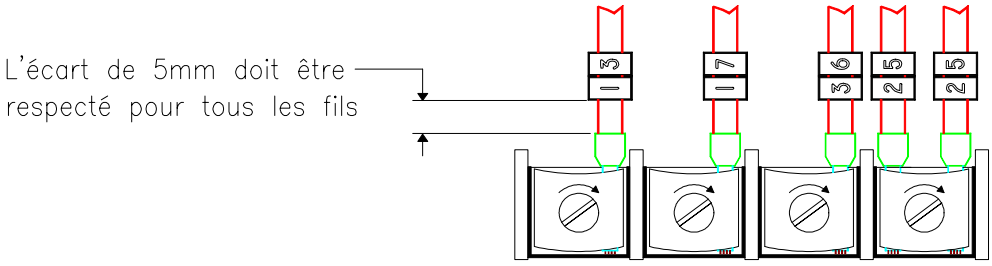
Exemples : repérage sur un plan horizontal.



REPERAGE CORRECT

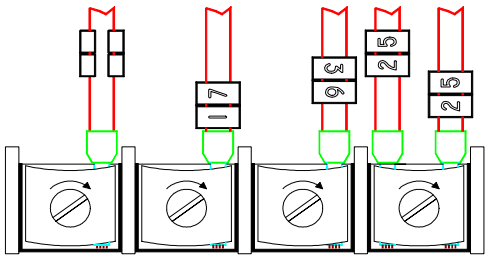
Souvent il y a plusieurs fils repérés sur le même appareil. Il convient de faire en sorte que l'ensemble soit agréable à l'œil.

Exemples :



REPERAGE CORRECT ET HOMOGENE

Exemple : de mauvais repérage
Voici regroupés sur un même appareil tous les cas de figure à éviter.



CE QU'IL NE FAUT PAS FAIRE !

Les repères doivent rester lisibles, l'écart de 5 m doit être respecté pour chaque fil.
Les repères ne doivent pas être montés à l'envers.

1.5. Techniques de torons

Définition : un toron est le regroupement et la ligature d'un ensemble de fils de filerie reliant 2 postes distincts et que l'on ne peut relier en passant par des goulottes ou par câbles.

Par exemple une armoire électrique et le matériel placé sur ses portes. On peut également toronner un ensemble de câbles sur un "chemin de câbles". Il y a plusieurs types de torons. Soit les fils sont attachés par des colliers posés à intervalles réguliers ; soit les fils passent dans une gaine par exemple la gaine grise tressée ou bien on enroule autour d'eux une gaine plastique appelée "gaine Spirale". Les difficultés de mise en œuvre varient en fonction de la nature de la gaine utilisée, de la dimension et du nombre

des fils ainsi que de la longueur du toron. L'utilisation de gaines permet de faire des torons plus rapidement; ce qui n'est pas à négliger pour une entreprise. Aussi utilisez les le plus souvent possible.

Mais la gaine n'est pas toujours pratique. Si le toron est court par exemple ou bien par impossibilité technique; Vous pouvez aussi vous trouver en rupture de stock. Il convient donc d'apprendre à se débrouiller sans gaine. Il ne reste qu'une solution, peigner les fils et poser des colliers.
Il y a beaucoup de cas de figure possibles. En fait chaque toron est un cas particulier. Aussi nous nous attacherons plutôt à ce que nous allons trouver pendant la formation et qui restera valable aussi pour l'examen. De plus la difficulté de mise en œuvre de nos torons sera une formation réelle pour ce que vous trouverez en entreprise.

1.5.1. Généralités

Même si la technique doit toujours primer, un toron de filerie est surtout une affaire d'esthétique.

☛ D'abord la première des choses est que les fils doivent être peignés. Ils ne doivent pas se croiser. Ni à l'extérieur du toron ni à l'intérieur. En effet un toron qui présente un aspect torturé sans fils croisés apparent, en cache souvent sous la première couche.

☛ Sur la porte, une polarité peur être distribuée sur plusieurs appareils. Il est inutile de tirer

On « pontera » donc la polarité entre les différents appareils avec de petits morceaux de fils. Mais attention : il n'est pas question de s'amuser à câbler tous les ponts à l'avance. Bien sûr cela peut sembler au départ plus facile. Mais c'est une erreur.

La meilleures des façons est d'intégrer les ponts au fur et à mesure qu'ils se présentent dans le toron et d'anticiper sur leur trajet. C'est apparemment plus fastidieux mais bien plus rapide quand on a pris le coup.

☛ Des colliers de type "Rilsan électronique" ou autre, sont posés à intervalles réguliers à mesure que le toron avance. Lorsque vous toronnez vers les voyants et BP, il convient de poser un collier après chaque appareil. C'est aussi une question de feeling. De toute façon n'en posez pas tous les cm. Pour la descente du toron, il faut prévoir un collier tous les 60 mm. Pour les virages il faut un collier avant et un autre après le virage.

Nota : plier les fils avant de poser le 2^{e} collier sinon le virage fera des plis.

1.5.2. Quelques conseils :

Mise en œuvre et câblage :

Préparez les fils en laissant **environ 20cm de mou.**

Repérez vos fils aux 2 extrémités selon le plan de câblage.

Dénudez et **branchez tous les fils** en tenant compte du départ des ponts.

Faites les torons horizontaux (Sur la porte entre les appareils) en commençant **par le haut et en gérant les ponts.**

Faites ensuite le toron vertical en respectant **l'écart entre les colliers (60 mm)**

Posez un collier avant de prendre le virage. **Les fils ramenés à l'horizontale doivent passer juste sous le bornier**. De façon à cacher plus tard les petits défauts inévitables. Attachez provisoirement le toron à la platine pour l'empêcher de bouger.

Juste avant de brancher votre premier fil, posez un collier.

Chaque fil doit être plié en face de la borne où il doit être branché.

Prendre un repère de mesure de longueur d'un fil en sachant qu'elle sera identique pour tous les autres, sinon attention aux fils trop cours.

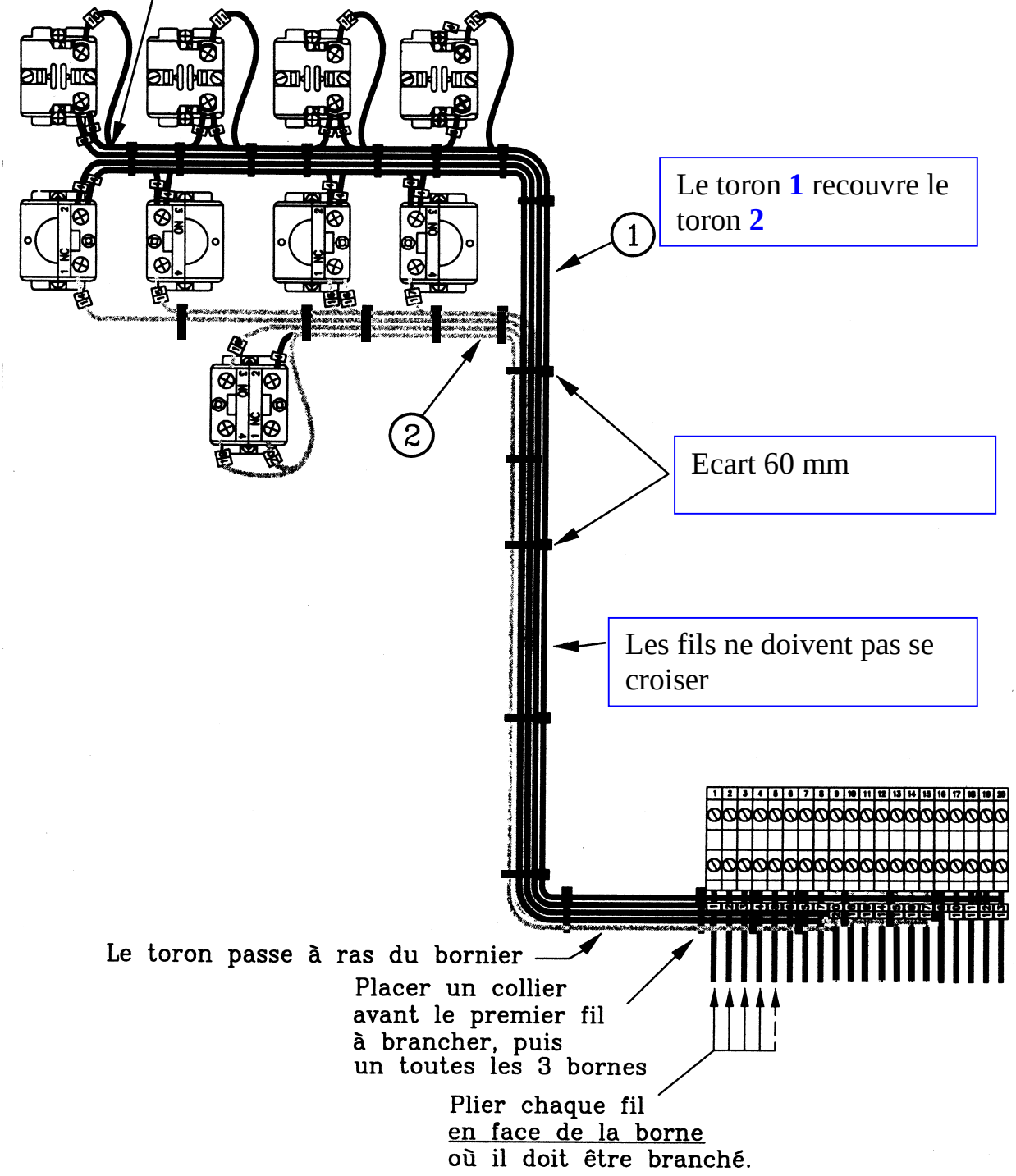
Câblez les fils dans l'ordre des bornes, de la gauche vers la droite. Et un seul fil à la fois. Lorsqu'un fil est branché cochez-le sur le plan.

Les repères de fils doivent être placés de manière égale, et de façon lisible.

TORON DE PLATINE

les fils placés en tête du toron 1 recouvrieront tous les autres jusqu'en bas.

Prévoir un maximum de fil en tête du toron afin de lui donner une meilleure consistance au départ (Gestion des ponts de communs)


1
2
Le toron 1 recouvre le toron 2
Ecart 60 mm
Les fils ne doivent pas se croiser
Le toron passe à ras du bornier
Placer un collier avant le premier fil à brancher, puis un toutes les 3 bornes
Plier chaque fil en face de la borne où il doit être branché.